

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-223016

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.CI. H01M 8/04
 H01M 8/06
 H01M 8/10

(21)Application number : 2001-013737 (71)Applicant : GENERAL MOTORS CORP <GM>

(22)Date of filing : 22.01.2001 (72)Inventor : CHALFANT ROBERT W
 CLINGERMAN BRUCE J

(30)Priority

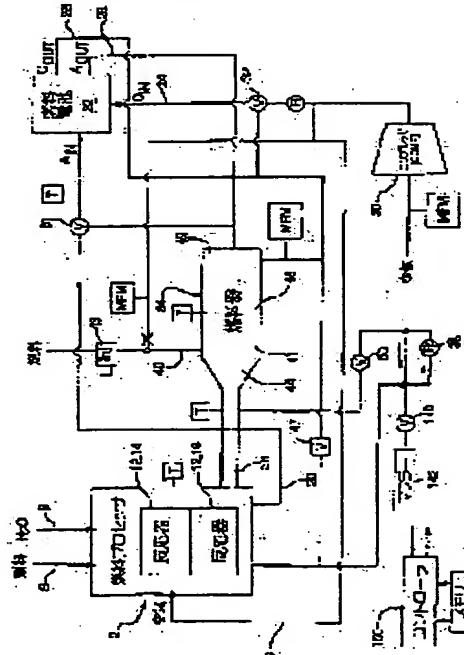
Priority number : 2000 498889 Priority date : 07.02.2000 Priority country : US

(54) METHOD TO MAKE COMBUSTOR ACTUATE IN FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge whether or not such a predicted relationship as the nominal value exists between an actuating parameter of combustor and that of a fuel processor.

SOLUTION: This method is related to make the combustor actuate in order to heat a fuel processor in a fuel cell system. The fuel processor generates an abundant current of hydrogen, and a part of the current is used at a fuel cell stack, a part of the current is drained from the stack and supplied to the combustor, and the first and second currents are supplied to the combustor, and the first current is a fuel flow of hydrocarbons, and the second current is composed of an abundant flow of hydrogen. The present process includes each process which watches the temperature of the fuel processor and adjusts the amount of the first current to the combustor according to the temperature of fuel processor, and which compares the amount of the first current with a predetermined value or values spread in a predetermined range.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-223016
(P2001-223016A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl.⁷

H 01 M 8/04

識別記号

F I

テマコト(参考)

H 01 M 8/04

P

G

J

G

8/06

8/06

8/10

8/10

審査請求 有 請求項の数9 OL (全10頁)

(21) 出願番号

特願2001-13737 (P2001-13737)

(22) 出願日

平成13年1月22日 (2001.1.22)

(31) 優先権主張番号

09/498889

(32) 優先日

平成12年2月7日 (2000.2.7)

(33) 優先権主張国

米国 (US)

(71) 出願人

ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
GENERAL MOTORS CORPORATION
アメリカ合衆国ミシガン州48202, デトロイト, ウエスト・グランド・ブルバード
3044

(72) 発明者

ロバート・ダブリュー・チャルファン
アメリカ合衆国ニューヨーク州14586, ウエスト・ヘンリエッタ, ヤロー・ヒル 13

(74) 代理人

100089705
弁理士 杜本 一夫 (外5名)

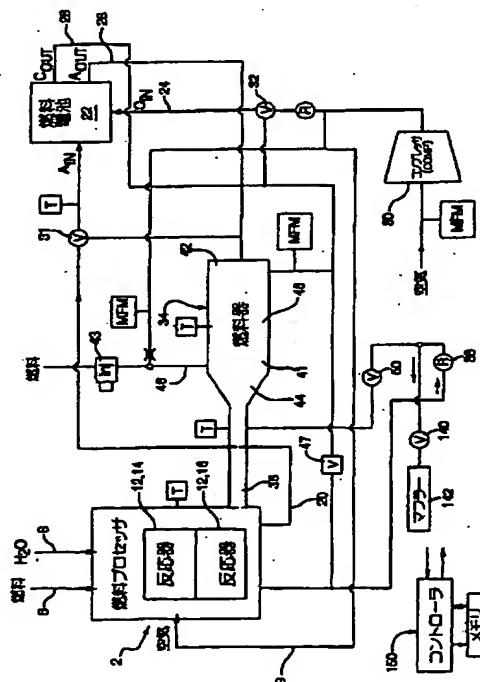
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムで燃焼器を作動させるための方法

(57) 【要約】

【課題】 燃焼器と燃料プロセッサとの作動パラメータの間に公称値通りに予測される関係が存在するか否かを判定する。

【解決手段】 燃料電池システム内の燃料プロセッサを加熱するため燃焼器を作動させる方法に関する。燃料プロセッサは、水素の豊富な流れを生成し、該流れの一部分は燃料電池スタックで消費され、該流れの一部分はスタックから排出されて燃焼器に供給され、第1及び第2の流れが燃焼器に供給され、第1の流れは炭化水素の燃料流れであり、第2の流れは水素の豊富な流れからなる。本方法は、燃料プロセッサの温度を監視し、燃料プロセッサの温度に従って燃焼器への第1の流れの量を調整し、第1の流れの量を所定値又は所定範囲に亘る値と比較する、各工程を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池システム内の燃料プロセッサを加熱するため燃焼器を作動させる方法であって、該燃料プロセッサは、水素の豊富な流れを生成し、該流れの一部は燃料電池スタックで消費され、該流れの他の一部は該燃料電池スタックから排出されて前記燃焼器に供給され、第1及び第2の流れが前記燃焼器に供給され、該第1の流れは炭化水素の燃料流れであり、該第2の流れは前記水素の豊富な流れからなり。

前記方法は、

前記燃料プロセッサの温度を監視し、

前記燃料プロセッサの温度に従って前記燃焼器への前記第1の流れの量を調整し、

前記第1の流れの量を所定値又は所定範囲に亘る値と比較する、各工程を含む方法。

【請求項2】 前記燃料プロセッサの温度の減少に応答して、前記燃焼器への前記第1の流れの量を増加させる工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記第1の流れの量が前記所定値又は所定範囲に亘る値と異なっているとき出力信号を生成する工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記出力信号が生成されたとき、前記燃料電池スタックの作動を終了させる工程を更に含む、請求項3に記載の方法。

【請求項5】 前記出力信号を一定期間に亘って遮蔽し、該出力信号の出力期間が前記一定期間を超えたとき前記燃料電池スタックの作動を終了させる工程を更に含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 前記第1の流れの量が前記所定値より大きい場合、出力信号を生成する工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】 前記第1の流れの量が前記所定範囲に亘る値以外の値である場合、出力信号を生成する工程を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】 前記第1の流れは、前記第2の流れが前記燃焼器に供給される前に、前記燃焼器に供給され、該第1の流れの供給量が前記燃料プロセッサの温度の増加に応答して減少される、請求項1に記載の方法。

【請求項9】 前記燃料プロセッサは、触媒ベッドを有する反応器を含み、監視される前記温度は、該触媒ベッドの温度である、請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池システムに係り、より詳しくは、燃料電池スタックで消費するためのH₂の豊富な供給ガスを生成する燃料プロセッサを加熱する燃焼器に関する。

【0002】 アメリカ合衆国政府は、米国エネルギー省により授与された契約番号DE-AC02-90CH10435に従って本発明に関する権利を有する。

【0003】

【従来技術】 燃料電池は、多数の用途で電力源として使用してきた。例えば、燃料電池は内燃機関に取って代わるため電気自動車の電力設備で使用するため提案されてきた。陽子交換膜(PEM)型式の燃料電池では、水素が燃料電池のアノードに供給され、空気が酸化剤としてカソードに供給される。PEM燃料電池は、薄い陽子透過性で非導電性の固体ポリマー膜電解質からなる「膜電極アセンブリ(MEA)」を備え、固体ポリマー膜電解質は、その一方の面にアノード触媒、反対側の面にカソード触媒を有している。MEAは、一対の導電性エレメントの間に挟まれ、該一対の導電性エレメントは、(1)アノード及びカソード用の電流コレクターとして役立ち、(2)各々のアノード及びカソードの触媒の表面に亘る燃料電池ガス状反応物の分配のための適切なチャネル及び/又は開口を含む。「燃料電池」という用語は、典型的には、文脈に応じて単一電池及び複数の電池(スタック)のいずれかに言及するため使用される。複数の個々の電池は、一般には、燃料電池スタックを形成するため一緒に束ねられ、一般に、直列に配列されている。スタック内部の各々の電池は、前述した膜電極アセンブリの各々は、その電圧の増分を提供する。スタック内部で隣接する電池のグループは、クラスターと称される。スタック内における多数の電池の典型的な配列は、ゼネラル・モーターズ・コーポレーションに譲渡された、米国特許番号5,763,113号で説明されている。

【0004】 PEM燃料電池では、水素(H₂)がアノード反応物(即ち燃料)であり、酸素がカソード反応物(即ち酸化剤)である。酸素は、純粹形態(O₂)及び空気(O₂とN₂の混合物)のいずれでもよい。固体ポリマー電解質は、典型的には例えばフッ化硫酸などのイオン交換樹脂から作られる。アノード又はカソードは、典型的には細かく分割された触媒粒子を含み、これらの粒子は、しばしば炭素粒子に担持され、陽子伝達性樹脂で混合される。触媒粒子は、典型的には、高価な貴金属粒子である。これらの膜電極アセンブリは、製造する上で比較的高価であり、効率的な作動のため、適切な水管理、加温及び酸化炭素(CO)などの触媒汚染要素の制御を含む幾つかの条件を必要とする。

【0005】 車両の用途に対しては、燃料電池用の水素源として例えばアルコール(例えばメタノール又はエタノール)或いは炭化水素(例えばガソリン)などの液体燃料を使用するのが望ましい。車両用のそのような液体燃料は、車内に蓄えるのが容易であり、液体燃料を供給するための全国的なインフラストラクチャーが存在する。しかしながら、そのような燃料は、燃料電池に燃料供給するためには、その水素含有成分を解放するように解離されなければならない。解離反応は、化学燃料プロセッサ即ち改質器内部で達成される。燃料プロセッサ

は、1つ又は複数の反応器を含み、該反応器では、燃料は、主要には水素及び二酸化炭素を含む改質ガスを与えるため、蒸気及び時として空気と反応する。例えば、蒸気メタノール改質プロセスでは、理想的には、メタノール及び（蒸気としての）水が水素及び二酸化炭素を生成するように反応される。実際には、一酸化炭素及び水も生成される。ガソリンの改質プロセスでは、蒸気、空気及びガソリンが、2つの区画を含む燃料プロセッサ内で反応される。そのうちの一つは、主として部分酸化反応器（POX）であり、他方は、主として蒸気改質器（SR）である。燃料プロセッサは、水素、二酸化炭素、一酸化炭素及び水を生成する。下流の反応器は、水／ガスシフト反応器（WGS）及び優先酸化反応器（PROX）などを含み得る。優先酸化反応器では、二酸化炭素（CO₂）が、空気から得られる酸素を酸化剤として使用して、一酸化炭素（CO）から生成される。ここで、空気供給の制御は、COをCO₂に選択的に酸化させるために重要である。燃焼器は、燃料電池システム内に典型的に備えられており、必要に応じて、反応器を含む燃料プロセッサの様々な部分を加熱するため使用される。

【0006】PEM燃料電池によって消費するための水素の豊富な改質物を生成するため炭化水素燃料を処理する燃料電池システムが知られている。このシステムは、本発明の代理人であるゼネラル・モーターズ・コーポレーションに各々譲渡されている、1997年11月に出願された現在係属中の米国特許出願シリアル番号08/975,442号及び08/980,087号、並びに、1998年11月に出願された米国特許シリアル番号09/187,125号で説明されており、更に、1998年3月5日に公開された、国際特許出願番号WO 98/08771号で説明されている。典型的なPEM燃料電池及びその膜電極アセンブリ（MEA）は、各々1993年12月21日に登録された米国特許5,272,017号及び1994年5月31日に登録された5,316,871号で説明されている。それらの特許はゼネラル・モーターズ・コーポレーションに譲渡されている。

【0007】燃料電池システムの効率的な作動は、燃焼器及び燃料プロセッサなどの主要な相互依存構成要素即ちサブシステムの作動を効率的に制御する能力に依存する。燃焼器及び燃料プロセッサの相互依存作動は、各々特に困難性を持つ制御を与える。燃焼器は、燃料プロセッサが燃料電池用の水素の豊富な供給流れを生成する上で十分な温度まで燃料プロセッサを加熱する。次に、燃焼器は、燃料プロセッサからの水素の豊富な流れによって少なくとも部分的には燃料供給される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従って、燃焼器と燃料プロセッサとの幾つかの一定の作動パラメータの間に公称値通りに予測される関係が存在するか否かを判定する

方法を提供することが望ましい。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、燃料電池スタックで使用するための水素の豊富な供給流れを生成する燃料プロセッサを加熱する燃焼器を含む燃料電池システムの作動に向けられている。水素の豊富な供給流れは、燃料電池スタック内で消費され、これによって電気が生成される。本発明は、システム内の燃焼器を作動させるための新しい方法、特に、燃焼器に入力される燃料を調整するための改善された方法を提供する。一つの態様では、燃焼器に入力される増補の炭化水素燃料は、燃料プロセッサの温度に基づいて調整される。好ましくは、燃料プロセッサは、触媒ベッドを有する反応器を含み、燃焼器に入力される燃料は、そのような触媒ベッドの温度の変化に基づいて調整される。

【0010】一つの態様では、本発明は、燃料プロセッサの監視された温度に応じて燃焼器を作動し、燃料プロセッサの比較的低い温度を検出し、燃焼器に供給される炭化水素燃料の量を調整し、燃焼器へのそのような調整された（燃料流れ）供給量を、所定の燃料流量若しくは所定範囲の燃料流量と比較するための方法を提供する。本発明の特徴を更に理解するため、燃焼器、燃料プロセッサ及び燃料電池スタックの間の関係を理解することが有用である。

【0011】燃料プロセッサは、炭化水素から水素の豊富な生成物（供給流れ）を生成する。燃料プロセッサからの水素の豊富な供給流れは、水素を酸素で酸化させることによって電気を生成する燃料電池スタックに供給される。好ましい始動モードでは、炭化水素燃料の流れ及び空気の流れが燃焼器に供給される。炭化水素燃料及び空気は、燃料プロセッサを加熱するように熱を生成するため燃焼器内で反応され、即ち、燃焼される。燃焼器内の燃焼反応の生成物は、燃料プロセッサに供給される好ましくは、燃料プロセッサ内の1つ又はそれ以上の反応器は、燃焼器の生成物からの間接的な熱輸送によって加熱される。燃焼器からの燃焼の生成物が燃料プロセッサを加熱し始めた後、炭化水素反応物が燃料プロセッサに供給される。炭化水素反応物は、燃料プロセッサ内で、蒸気、空気、又は両者の結合物と反応される。炭化水素反応物と、蒸気及び／又は空気との間の反応は、電気を生成するため燃料電池スタック内で利用可能である水素の豊富な供給流れを生成する。

【0012】一つの態様では、燃料プロセッサがその所望の温度を達成し、これを維持した後、それは、電気を生成するため燃料電池スタック内で消費される水素の豊富な流れを生成する。しかし、燃料電池スタックに供給される水素の量がシステムから望まれる電力の増分を生成するため必要とされる量より大きい場合、水素の豊富な供給流れの少なくとも一部分は、燃料電池スタック内で消費されず、燃焼器に差し向けられる。水素の豊富な

供給流れのこの余剰部分は、燃料プロセッサを加熱するよう熱を生成するため燃焼器内の空気の流れと反応される。

【0013】従って、本発明は、燃料電池システム内の燃料プロセッサを加熱するため燃焼器を作動させる方法を提供し、この方法では、燃料プロセッサは、水素の豊富な流れを生成し、その一部分が燃料電池スタックで消費され、他の一部分が燃料電池スタックから排出されて燃焼器に供給される。従って、第1及び第2の流れが、燃焼器に供給される。第1の流れは、炭化水素燃料であり、第2の流れは、水素の豊富な流れからなる。より詳しくは、本方法は、燃料プロセッサの温度を監視し、燃料プロセッサの温度に従って燃焼器への第1の流れの量を調整し、第1の流れの量を所定値又は所定範囲に亘る値と比較する、各工程を含む。

【0014】別の態様では、本発明に係る方法は、燃焼器への第1の流れの量が所定値と異なっているとき出力信号を生成する工程を更に含む。好ましくは、この比較は、各々の量的調整が取られた後に行われる。好ましくは、そのような比較は、各調整の前及び／又は後になされるのがよい。所望ならば、第1の流れの量は、所定範囲の値と比較され、この第1の流れの量の値が所定範囲外である場合に出力信号を生成するようにしてもよい。

【0015】一旦、第1の流れの量が、所定値又は所定範囲の値と異なっていると判定された場合、様々な修正処置が可能である。好ましい態様では、本方法は、燃料プロセッサの温度の減少に応答して、燃焼器への第1の流れの量を増加させる工程を更に含む。

【0016】別の修正処置は、出力信号が生成されたとき燃料電池スタックの作動を終了させる工程である。遅延時間と呼ばれる一定時間に亘って出力信号を遮蔽し、信号の持続時間が一定期間を超えたとき燃料電池スタックの作動を終了させることが可能である。

【0017】好ましい態様では、燃料プロセッサは、触媒ベッドを有する反応器を含み、燃料プロセッサの監視された温度がそのようなベッドの温度であるのがよい。燃料プロセッサの触媒ベッドの温度を監視することによって、そのような監視された温度に従って、燃焼器への第1の流れの供給を調整すべきか否かの判定がなされる。

【0018】要約すると、好ましい態様では、本発明に係る方法は、燃料プロセッサの比較的低い温度レベルを判定し、燃焼器に供給される第1の流れの量を増加させ、そのように調整された量を、所望又は所定の、値若しくは範囲内の値と比較する。

【0019】本発明の様々な特徴、利点及び他の使用方法は、次の説明及び添付した図面を参照することによってより明らかとなろう。

【0020】

【発明の実施の形態】一実施形態では、本発明は、燃料

プロセッサを燃料電池システム内で所望の温度に加熱するため燃焼器を作動させる方法を提供する。ここで、燃料プロセッサは、電気を生成するための燃料電池内部の反応のため炭化水素から水素(H_2)を生成する。システム始動モードの一部分として、作動の燃焼器モードは、燃料プロセッサを加熱するため炭化水素燃料が燃焼器内で反応されるモードから、燃料プロセッサにより生成された水素の豊富な供給流れが、システムへ熱を供給するべく燃焼器に戻り、そこで反応するため再循環されるモードへと変化する。駆動モードの間、燃料プロセッサは、スタックにより消費するため必要とされるよりもかなり大きい量に燃料電池スタックのための水素の豊富な供給流れを生成する。ここで、水素の豊富な供給スタックの一部分は、上述したように燃焼器に戻って再循環される。本発明は、燃料プロセッサの温度に基づいて燃焼器への燃料導入を調整するように作動する方法及び選択システム設計特徴を提供する。

【0021】本発明の様々な態様は、図1に一例として示された燃料電池システムを参照して更に理解することができる。従って、本発明を更に説明する前に、作用の好ましい方法及び装置の特徴がその内部で実施されるところのシステムを理解することが有用である。

【0022】図1は、燃料電池システムの一例を示している。このシステムは、車両推進用のエネルギー源として車両(図示せず)で使用することができる。本システムでは、炭化水素が、例えば、体積又はモル単位で比較的高い水素含有量を有する改質ガスを生成するため、改質及び優先酸化プロセスによって燃料プロセッサで処理される。従って、水素の豊富な、比較的高い水素含有量の改質物即ち供給流れが基準とされる。

【0023】以下、本発明は、改質物が作られる方法に係りなく、 H_2 の豊富な当該改質物により燃料供給される燃料電池の文脈で説明される。本文中で具体化された原理は、改質可能な炭化水素及び水素含有燃料、例えばメタノール、エタノール、ガソリン、アルケン、又は、他の脂肪族若しくは芳香族の炭化水素などを含む任意の源から得られる H_2 により燃料供給される燃料電池に適用可能であることが理解されるべきである。

【0024】図1に示すように、燃料電池装置は、改質可能な炭化水素の燃料の流れ6と、水の流れ8からの蒸気の形態にある水とを触媒的に反応させるための燃料プロセッサ2を備えている。幾つかの燃料プロセッサでは、空気は、優先酸化／蒸気改質反応の組み合わせにおいても使用される。この場合には、燃料プロセッサ2は、空気の流れ9も受け入れる。燃料プロセッサは、1つ又はそれ以上の反応器12を含み、該反応器では、流れ6内の改質可能な炭化水素燃料が、水素の豊富な改質物を生成するため、水／流れ8及び時として(流れ9内の)空気の存在下で解離を経験する。更には、各々の反応器12は、1つ又はそれ以上の反応器ベッドを持ち得

る。反応器12は、1つ又はそれ以上の区分即ちベッドを持ち、様々な設計が知られ且つ利用可能である。従って、反応器12の選択及び配置は、変更することができる。以下、例として掲げた燃料改質反応器14及び下流側の反応器16を説明する。

【0025】例示によれば、一例としての蒸気／メタノール改質プロセスでは、メタノール及び（蒸気としての）水は、従来技術の欄で前述したように、水素及び二酸化炭素を生成するため、反応器14内で理想的に反応される。実際には、一酸化炭素及び水も生成される。更なる例によれば、一例としてのガソリン改質プロセスにおいて、蒸気、空気及びガソリンが2つの区分を有する反応器14を含む燃料プロセッサ内で反応される。反応器14の一方の区分は、主要には、部分酸化反応器（PROX）であり、当該反応器の他方の区分は、主要には、蒸気改質器（SR）である。メタノール改質の場合のように、ガソリン改質は、所望の水素を生成するが、加えて、二酸化炭素、水及び一酸化炭素を生成する。従って、各々の型式の改質の後、生成物の流れの一酸化炭素含有量を減少させることが望ましい。

【0026】従って、燃料プロセッサ2は、例えば水／ガスシフト（WGS）反応器及び優先酸化反応器（PROX）などの1つ又はそれ以上の下流反応器16も典型的に備えており、これらは、従来技術の欄で前述したように、一酸化炭素から二酸化炭素への生成に使用される。好ましくは、水素、二酸化炭素及び水を含む最初の改質ガスの流れは、許容可能なレベル、例えば20 ppm以下にCOレベルを減少させるため、優先酸化（PROX）反応器16で更に処理される。次に、駆動モードの間、H₂の豊富な改質物20は、バルブ31を通して燃料電池22のアノードチャンバーに供給される。これと同時に、酸化剤の流れ24からの酸素（例えば空気）は、燃料電池22のカソードチャンバーに供給される。酸化剤の流れ24用の空気は、空気供給源、好ましくは、コンプレッサ30により供給される。改質物の流れ20からの水素及び酸化剤の流れ24からの酸素は、電気を生成するため燃料電池22内で反応する。燃料電池22のアノード側からの排出物即ち流出物26は、未反応の水素を幾らか含む。燃料電池22のカソード側からの排出物即ち流出物28は未反応の酸素を幾らか含む。

【0027】空気供給源（コンプレッサ30）からの空気は、通常の作動条件下ではバルブ32によって燃料電池22に向けられる。しかしながら、始動の間では、バルブ32は、燃焼器34の入力通路に直接空気を提供するために付勢される。空気は、ライン46を介して供給された燃料、好ましくは液体の炭化水素と反応するため、燃焼器34で使用される。燃焼器の熱は、燃料プロセッサ2の様々な部分を加熱するため使用される。

【0028】燃料プロセッサ2内で発生する反応の幾つかは、吸熱性であり、その結果、熱を必要とし、他の反

応は発熱性であり、熱の除去を必要とすることに着目されたい。典型的には、PROX反応器16は、熱の除去を必要とする。反応器14内の改質反応の一つ又はそれ以上は、典型的には、吸熱性であり、熱が追加されることを必要とする。これは、典型的には、反応物、燃料6、流れ8及び空気9を予め加熱することによって、及び／又は選択された反応物を加熱することによって達成される。

【0029】燃焼器34からの熱は、選択された導入反応物、及び／又は、燃料プロセッサ2の反応器及び反応器ベッドを加熱するため、ライン36を介して、差し向ける。燃焼器34は、必要に応じて、間接的な熱輸送によって、選択された構成部品、燃料プロセッサ2内の反応器及びベッドの加熱を達成する。典型的には、そのような間接的に加熱される反応器102は、入口103及び出口107を備えた反応チャンバーである（図3）。反応チャンバー105の内部では、これらのベッドは、キャリア部材基体110の形態にあり、各々は、所望の化学反応を達成するための触媒的な活性材料を保持する第1の表面を有する。第1の表面と反対側にある第2の表面は、熱いガスからキャリア部材基体110への熱輸送のため形成されている。望ましくは、温度モニター「T」（図3）が、触媒ベッド112及び反応物ガス103の温度を監視するため使用される。好ましくは、温度モニターは、触媒ベッド112の温度を監視する熱電対である。更に加えて、燃焼器34は、燃料プロセッサ2への反応物質として供給される、燃料6、水8及び空気9を予備加熱するため使用可能である。

【0030】燃料プロセッサ2に供給される空気9は、反応器12の一つ又はそれ以上において使用され得ることに着目されたい。反応器14がガソリン改質反応器である場合、ライン9からの空気は反応器14に供給される。PROX反応器16もCOをCO₂に酸化させるため空気を利用し、ライン9を介して空気供給源（コンプレッサ30）から空気を受け取る。

【0031】燃焼器34は、入口端部42、排出端部44及び両端部の間の触媒区分48を備えるチャンバー41を画成する。始動モードでは、炭化水素燃料は、燃焼器の中に注入される。炭化水素燃料は、液体形態にある場合、燃焼器へ注入される前、又は、燃焼器の一区分に注入される前のいずれかで蒸発されて燃焼用の燃料として分散させるのが好ましい。好ましくは液体炭化水素燃料として開示されたが、炭化水素は、例えばガスなどの別の形態を取り得ることが理解されるべきである。蒸発は、電気ヒーターによりなされ得る。一旦、システムが作動し、燃焼器が加熱された場合、蒸発は、入ってくる燃料を蒸発させるため燃焼器の排出物からの熱を使用して熱交換により発生させることができる。好ましくは、燃料計量装置43は、炭化水素の燃料が燃焼器に提供される率を制御するため提供される。

【0032】炭化水素燃料46及びアノード流出物26は、燃焼器34の触媒区分48内で反応され、この区分は、燃焼器34の入口端部42及び出口端部44の間に存在する。酸素は、バルブ32を介して空気供給源（即ち、コンプレッサ30）、又は、例えばカソード流出物の流れ28などの第2の空気の流れのいずれかから、システム作動状態に応じて、燃焼器34に提供される。バルブ50は、燃焼器の排出物36が燃料プロセッサ2内の反応物を加熱するため必要とされないとき、それを大気に捨て去ることを可能にする。

【0033】図1及び上記説明から理解できるように、炭化水素の燃料の流れ46は、燃料電池システムの遷移状態及び定常状態の必要性に合致させるため、必要とされるとき、燃焼器34のための燃料であるアノード流出物26を増補する。幾つかの状況では、排気ガスは、大気に解放される前に、レギュレータ38、停止バルブ140及びマフラー142を通過する。図1のシンボルは、以下の通りである。「V」はバルブ、「MFM」は流量計、「T」は温度モニター、「R」はレギュレータ、「C」は燃料電池のカソード側、「A」は燃料電池のアノード側、「INJ」はインジェクタ、「COM P」はコンプレッサ、及び、「P」は圧力モニターである。

【0034】燃料プロセッサ2内の選択された反応器により要求される熱量は、燃焼器34により供給されるべきであり、燃料の量、水入力及び究極的には燃料プロセッサ2内の所望の反応温度に依存する。前述したように、ライン9を通過する空気も燃料プロセッサで使用されることがあり、燃料及び水の導入と共に考慮されなければならない。燃料プロセッサ2の熱要求量を供給するため、燃焼器34は全てのアノード排気物即ち流出物及び可能ならば幾らかの液体燃料を利用する。エンタルピーの方程式が、燃焼器34の所望の熱必要量に合致させるように燃焼器34に供給されるべきカソード排気物即ち空気の量を決定するために使用され、究極的には燃料プロセッサ2の要求を満足させる。燃焼器34に提供される酸素又は空気は、典型的に燃料電池22のカソードに供給される全酸素のうちある割合であるカソード流出排気物28、及び、コンプレッサ30からの空気流れのうち1方又は両方を備えている。これは、当該装置がコンプレッサ空気流れが排他的に用いられる始動モードで作動しているか或いはカソード流出物28及び/又はコンプレッサ空気を使用した駆動モードのいずれかで作動しているかに応じて定まる。駆動モードでは、カソード流出物28によっては合致されない燃焼器34により必要とされる空気全体、酸素、希釈剤は、燃焼器34及び燃料プロセッサ2により各々要求される熱及び温度を満足させるためのある一定量が、コンプレッサ30によって供給される。空気の制御は、空気希釈バルブ47を介して実行される。このバルブは、燃焼器34に供給され

るカソード排出物28の抜き取り量を制御するため可変のオリフィスを有する、ステッパー・モータ駆動型のバルブである。

【0035】燃料電池装置の上記例では、燃料電池装置における燃焼器及び始動に関する作動は、次の通りとなる。燃料電池装置が低温で始動するときの作動の開始時において、(1)システムに必要となる空気を提供するためコンプレッサ30が外部電源（例えばバッテリー）から付勢される電気モータによって駆動される。(2)空気が燃焼器34に導入される。炭化水素燃料46（例えばMeOH又はガソリン）が燃焼器34に注入される。(3)空気及び燃料が、燃焼器34内で反応し、そこで、ほぼ完全な燃料の燃焼がもたらされる。(4)燃焼器34から出た高温排気ガスは、選択された構成要素、例えば反応物6、8及び/又は9、並びに、燃料プロセッサ2と連係した反応器12にライン36を介して輸送される。

【0036】一旦、燃料プロセッサ2内の反応器が適切な温度を達成した場合、改質プロセスが開始する。

(1)バルブ32が、コンプレッサ30からの空気を燃料電池22のカソード側に差し向けるため作動される。(2)燃料6及び水8及び/又は空気が、改質反応を開始するため燃料プロセッサ2に供給される。(3)ライン20を介して燃料プロセッサ2から出た改質物は燃料電池22のアノード側に供給される。(4)燃料電池22からのアノード流出物26が燃焼器34に向けられる。(5)燃料電池22からのカソード流出物28が燃焼器34に向けられる。(6)燃料46、空気、カソード流出物28及びアノード流出物26が燃焼器34内で燃焼される。好ましいシーケンスでは、工程(2)は、燃焼器に直接空気を供給すると共に、最初に実行される。次に、水素の豊富な流れが適切に低いCOレベルを有するとき、工程(1)及び(3)が実行され、引き続いて工程(4)、(5)及び(6)が実行される。

【0037】幾つかの条件の下では、燃焼器34は、追加の炭化水素燃料46の必要無しに、アノード及びカソード流出物単独で作動することができる。そのような条件の下では、燃焼器34への燃料の注入は中断される。他の条件、例えば電力の要求を増加させる条件の下では、アノード流出物26(Aout)を増補するため燃料46が燃焼器34に提供される。燃焼器34は、例えば、炭化水素燃料46、並びに、燃料電池22のアノードからのアノード流出物26などの多数の燃料を受け取る。燃料電池22のカソードからの酸素を使い果たした排出空気28及びコンプレッサ30からの空気も、燃焼器34に供給される。

【0038】本燃料電池システムの一例によれば、図1に示されたコントローラ150は、図1に示されたシステムの様々な態様の作動を制御する。コントローラ150は、任意の適切なマイクロプロセッサ、マイクロコン

トーラ、パーソナルコンピュータなどから構成することができ、これは制御プログラム及びメモリ中に格納されたデータを実行することが可能な中央処理ユニットを有する。コントローラ150は、図1の任意の構成要素に特化した専用コントローラであってもよく、或いは、主要な車両用電子制御モジュールに格納されたソフトウェアで実行されてもよい。更に、ソフトウェアベースの制御プログラムが上述したように様々な作動モードにおけるシステム構成要素を制御するため利用可能であるが、このような制御は専用の電子回路によって部分的には全て実行されてもよいことが理解されよう。コントローラ150は、インジェクタ43を制御し、これによって燃焼器34に供給される炭化水素燃料の率を調整する。コントローラ150は、圧力及び温度などのシステム内の様々なパラメータも監視する。好ましくは、コントローラ150は、燃焼器34への燃料の供給を制御するため、インジェクタ43の作動を調整する。

【0039】好ましい実施形態では、燃料電池システムは、車両推進システム60（図2を見よ）の一部分として燃料電池22を含む。ここでは、燃料電池システム外部の回路の一部分60は、バッテリー62、電気モータ64、及び、駆動用電子機器を含む。この駆動用電子機器はインバータ65を含み、燃料電池システム、特に燃料電池22と連係された直流から直流への（DC/DC）コンバータ61から電気エネルギーを受け取り、それをモータ64により生成される機械的エネルギーに変換するように構成及び配置されている。バッテリー62は、燃料電池22により供給された電気エネルギーを受け取ってこれを蓄え、再生成の空白期間の間にモータ64により供給された電気エネルギーを受け取ってこれを蓄え、及び該電気エネルギーをモータ64に提供するため構成及び配置されている。モータ64は、車両（図示せず）の車輪を回転させるため駆動車軸66に連結されている。電気化学的エンジン制御モジュール（ECM）70及びバッテリーパックモジュール（BPM）71は、例えばスタックの電圧及び電流を含む様々な作動パラメータを監視するが、これらのパラメータに限定されるものではない。このことは、例えば、バッテリーパックモジュール（BPM）71によって又はBPM71及びECM70の両方によって、BMP71により監視される状態に基づいて車両コントローラ74に出力信号（メッセージ）を送るため、なされる。車両コントローラ74は、電気モータ64、インバータ65を含む駆動用電子機器、DC/DCコンバータ61を制御し、ECM70からの電気パワーレベルを要求する。

【0040】燃料プロセッサ2が水素を生成する前にシステムを始動させるため、燃焼器34が最初に始動される。燃焼器は、好ましくは液体炭化水素燃料である外部燃料46の使用によって典型的に加熱される。そのような炭化水素燃料46は、燃料プロセッサ内の反応物とし

て使用される燃料6と同じであるか、又は、異なっているかのいずれであってもよい。コンプレッサ30による空気の配給及びインジェクタ43を通した燃料46の配給は、始動モードを開始させる。コンプレッサ30は空気の流れを提供し、インジェクタ43は、燃焼器34へ液体炭化水素燃料を提供する。燃焼器34は、燃料を熱に転化し、この熱をライン36を通して燃料プロセッサ2に配給する。燃料プロセッサ2では、当該熱は、導入された反応物、燃料6、水8及び／又は空気を予め加熱し、更に必要に応じて選択された反応器12を予め加熱するためにも使用される。そのような予備加熱は、燃料プロセッサ2内部の適切な熱交換器（図示せず）を使用して間接的な熱輸送によって典型的になされる。

【0041】燃料プロセッサ2が加熱された後、好ましくは、反応物の一つとして言及される炭化水素燃料6が、燃料プロセッサ2に注入される。炭化水素反応物6は、炭化水素反応物を水素（H₂）の豊富な流れに転化するため、水8（流れ）、空気又はその両方と反応される。水素の豊富な供給流れは、例えば水、一酸化炭素及び二酸化炭素などの他の構成要素も含む。これらのガスは、前述したように、最終的にはライン10を通過して燃料電池スタック22に流れる。

【0042】駆動モードの間でさえ、スタック22は、燃料プロセッサ2により生成された水素供給流れの全てを消費せず、水素供給流れの一部分は、スタック22を通過し、燃焼器34に流れ込む。この一部分は、流出物と称される。燃焼器34は、このポイントで水素の豊富なスタック流出物及びインジェクタ43を通して提供された液体炭化水素燃料46の両方を受け取る。液体燃料は、燃料プロセッサの温度に従って調整される。インジェクタ43を通して注入される液体燃料46の量が調整される。それが、アノード流出物26を最初に含む水素の加熱値を使用するため好ましいからである。液体燃料は燃料プロセッサ温度に基づき必要に応じて増補される。

【0043】幾つかの因子が、燃料電池、燃料プロセッサ及び燃焼器の間の関係に影響を及ぼす。燃焼器により生成される熱、燃料プロセッサにより要求される熱及び燃料プロセッサによる水素の豊富な供給流れの消費は、全てシステム作動の間の変動に曝されている。更に詳しくは、燃料プロセッサ2による水素の豊富な供給流れの生成、及び、スタック22によるそのような流れの消費は、燃焼器34に利用可能な水素の量に影響を及ぼす。燃焼器34に利用可能なそのような水素の量に影響を及ぼすシステム内の他の因子、例えば、水素の流れの迂回、又は、燃料プロセッサ2内の触媒ベッド112の低下なども存在する。

【0044】上記説明から、燃焼器に注入される液体燃料は、必要に応じて水素（H₂）を増補するので、時間軸上の様々なポイントで、必要とされるそのような注入

燃料の量を決定しなければならないことが理解できよう。そのような量は、燃焼器に提供される水素の量に依存する。燃焼器に提供される水素の量は、推測に基づいている。換言すれば、燃料プロセッサが水素を作るとき、燃料プロセッサにより作られる水素の量は、典型的には、測定されるというよりもむしろ推定される。従って、燃料プロセッサからスタックに送られる水素の量は、通常、推定量である。更に、電力を生成するためスタックにより消費される水素の量は、典型的には、測定されるというより推定される。従って、燃焼器により最終的に受け取られる水素の量は、2つの推定値に基づいている。燃料プロセッサにより生成される水素の予測流量と、スタックによる予測水素消費量と、が存在し、これらの差によって燃焼器に送られる水素燃料の予測量が存在する。燃焼器に提供される水素の量と、これとの差によって燃焼器により必要とされる増補の炭化水素燃料の量とを予測する、そのような方法は、システムが公称モードで機能している限り、良好に機能する。ここで、名目上、燃料プロセッサによる水素生成、スタックによる消費、燃焼器に供給される量は、全て、確立された及び／又は予測可能な範囲即ち一定の関係内にある。

【0045】しかしながら、水素の迂回、燃料プロセッサの触媒ベッドの汚染又は他の出来事など、システム内部で変動が生じた場合、困難が生じる。この状況では、燃焼器により受け取られた水素の量は、予測されたよりも低くなり得る。水素の生成が予測されるよりも高い場合のシナリオを想定することも可能であるが、本発明は、主要には、燃焼器により受け取られた水素の量が予測されたよりも低くなる状況に向けられている。そのような状況が発生した場合、一般に、燃料プロセッサの触媒ベッドの温度が比較的低い温度にある早期の段階であることは明白であろう。これらの事象のシーケンスは以下の通りとなる。燃焼器は、より少ない燃料を受け取って始動する。即ち、燃焼器により受け取られる水素の量は、幾つかの理由のため減少する。燃焼器への空気流れの制御は、燃焼器の温度が低下しないように、該燃焼器への燃料の流れの新しいレベルに従って調整される。しかし、燃焼器に供給される燃料の形態で入力されるエネルギーのトータルの量は比較的低い。従って、燃焼器はその内部温度を維持するように持続するが、燃焼器の熱出力は、減少される。その結果、燃料プロセッサのある一定の部分の間接的な熱輸送による抽出用に利用可能な熱量は、より少なくなる。

【0046】燃焼器及び燃料プロセッサの作動のモードの特定の分析によって、燃焼器への水素の配給が予測されたよりも少なくなる場合、燃焼器の温度は、必ずしも低下するわけではないが、燃焼器により燃料プロセッサに供給される熱エネルギーの量は、少なくなり、燃料プロセッサの触媒ベッドの低温度状態は、通常予測されるものとは異なる作動状態の前兆であると決定された。触

媒ベッド温度のそのような減少への応答は、燃料プロセッサが冷え始めたことを示す出力信号の生成である。この状況への応答は、燃焼器への炭化水素液体燃料（増補の燃料）の量の増加である。これは、燃焼器が、燃料プロセッサへの熱エネルギーの量を増加させて供給することを可能にする。しかし、システムが、触媒ベッド温度の減少に基づいて増補の燃料流れの量を増加させることを可能とされる場合、システムは、特定の診断がなされることなく、問題に応答することを可能とされる。例えば、そのような閉ループ修正は、燃料プロセッサ温度の低下を補償するため燃焼器への増補の燃料流れを増加させるが、理解できるように、増補の燃料の注入は、増加量が注入されるまで続行される。従って、燃焼器34内に注入される増補燃料量は、所定値又は所定範囲内の値と比較する必要がある。従って、本発明の方法によれば、燃料プロセッサの構成要素、好ましくは触媒ベッド112の低温度の存在を警告し、信号を提供することが可能となる。低温度という問題の存在を警告し、更に、一定の制限内で増補の燃料を注入し、次いでそのような調整が所定範囲外に落ちたとき信号を生成することによって、そのような低温度状態に応答するという柔軟性を提供する。手短に言えば、本発明は、温度低下の事象即ち比較的低い温度状態であることを信号出しし、修正処置を取り、当該修正処置が適切であるか否かを決定する能力を提供する。

【0047】一例として、そのような修正処置のシーケンスは以下の通りとなる。増補の燃料注入率が、インジェクタ43において、 $2 \text{ g m s} / \text{秒}$ に設定されたと仮定しよう。注入された燃料はメタノール又はガソリンである。コントローラが、燃料プロセッサ2の触媒ベッド112の温度が、予測された名目の作動温度と比較して 5°C のオーダーで低下したことを検出する。その結果、信号が送られる。その後、修正処置が取られる。例えば、 $7 \text{ g m s} / \text{秒}$ の注入率で燃料注入を実行してもよい。次に、コントローラは、 $7 \text{ g m s} / \text{秒}$ の新たな注入率がシステムの所定モードの作動に基づいて許容できるか否かを判定する。 $7 \text{ g m s} / \text{秒}$ の注入率が許容可能な所定範囲内にあるか、又は、所定の最大値以下である場合、当該修正処置が維持される。しかし、 $7 \text{ g m s} / \text{秒}$ の注入率が所定範囲外にあるか、又は、所定の最大値を超えた場合、例えばシステムにかかる負荷を減少させ、又は、システムを停止させるため、他の修正処置を取ることが必要となり得る。一連の修正的調整は、注入の増加レベルが所定範囲外にあるか又は所定の最大値を超えると判定される前まで、インジェクタ43における燃料注入率

においてなすことができることは明らかである。

【0048】要約すると、燃料電池システム内の燃料プロセッサ2の温度を監視し、燃焼器34に供給される増補の燃料量を制御するための独自の方法及び装置が開示された。本発明に係る監視及び制御の方法及び装置は、燃料プロセッサの低温度状態を判定し、そのような低温度状態であることを信号出し、更に、燃焼器に注入される増補の燃料量を供給開始又は増加させることによってそのような低温度状態に応答して修正処置を取るため特に有用である。本発明は、低温度状態の判定及び燃料注入の供給開始若しくは増加に適合されるとき特に有用性を持っているが、比較的高い温度状態が観察され、増補の燃料の減少若しくは終了が適切であるとき、本発明の範囲内で類似の調整をなすことは、当業者にとって明らかであろう。いずれにしても、最も広い態様では、本発明は、燃料プロセッサ2内部の温度状態を監視し、燃料プロセッサの温度に従って、燃焼器34への増補燃料量を調整する能力を提供する。本発明は、その後、増補の燃料量を所定値若しくは所定範囲の値と比較する能力を提供する。

【0049】本発明は、その幾つかの実施形態の観点で説明されたが、本発明は、上記例に限定されるものではなく、請求の範囲によってのみその範囲を限定される。独占排他的な権利が請求される本発明の実施形態は、請求の範囲で画定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に従って作動される、燃焼器、燃料プロセッサ及び燃料電池スタックを含む燃料電池システムを示す図である。

【図2】図2は、利用用途の手段に接続された、図1の燃料電池スタックの図である。

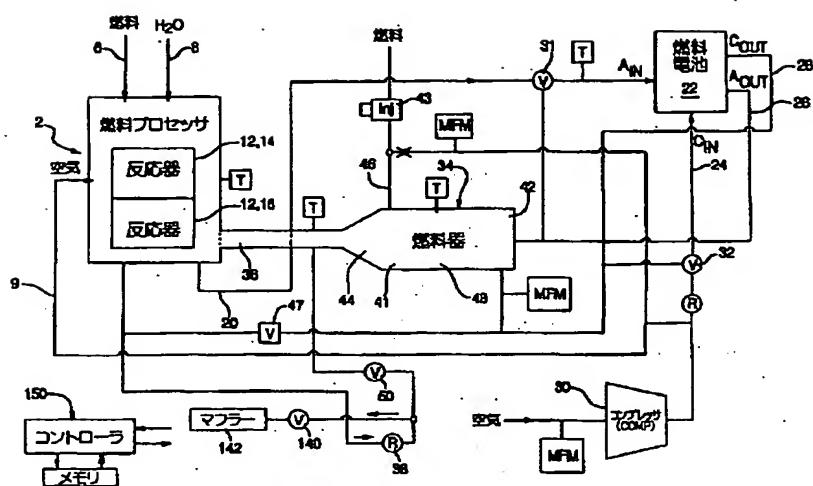
【図3】図3は、反応器の内部区分の部分斜視図である。

【符号の説明】

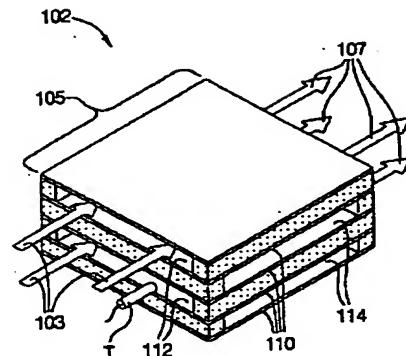
2	燃料プロセッサ
6	燃料の流れ
8	H_2O の流れ
9	空気の流れ

12, 14	燃料改質反応器
16	シフト反応器、優先酸化反応器
20	H_2 の豊富な改質物
22	燃料電池
24	酸化剤(空気;酸素)の流れ
26	アノード流出物
28	カソード流出物
30	コンプレッサ
31	バルブ
32	バルブ
34	燃焼器
36	燃焼器の排出物
38	レギュレータ
41	チャンバー
42	入口端部
43	インジェクタ(燃料計量装置)
44	出口端部
46	炭化水素燃料
47	空気希釈バルブ
48	触媒区分
50	バルブ
60	車両推進システム
61	DC/DCコンバータ
62	バッテリー
64	モータ
65	インバータ
66	駆動車軸
70	電気化学的エンジン制御モジュール
71	バッテリーパックモジュール
74	車両コントローラ
102	反応器
103	反応物ガスの入口
105	反応チャンバー
107	出口
110	キャリア部材基体
112	触媒ベッド
140	停止バルブ
142	マフラー
150	コントローラ

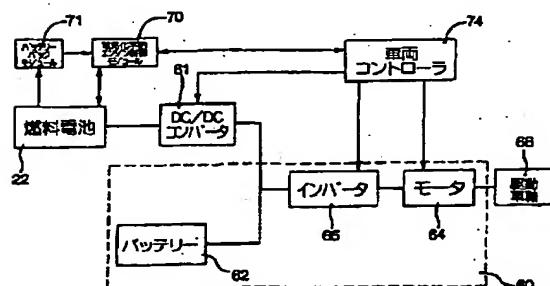
〔☒ 1 〕



【图3】



【图2】



フロントページの続き

(72)発明者 ブルース・ジェイ・クリンガーマン
アメリカ合衆国ニューヨーク州14522, パ
ルマイラ, ルート・トゥエンティーファー
スト・ノース 1855.